معدل ٥

السؤال الرابع: (١٥ درجات)

توضيح مفهوم العيوب النقطية في الأجسام الصلبة

العيوب النقطية تنقسم إلى شوائب والعيوب النقطية الأصيلة
الشوائب: هي ذرات دخيلة على بلورة تضع الشائل لها آثار عدم
بالنسبة للخواص الضوئية والمغناطيسية والحرارية للأجسام الصلبة
٤ درجات

- العيوب النقطية الأصيلة: تنقسم كما يلي:
  - الفجوة: وهي نقص ذرة من مكانها النظامي في الشبكة ووضع ذرة إضافية على السطح بحيث تحافظ البلورة على عدد ذراتها.
  - الحشوة: وهي ذرة أو (أيون) حشرت في داخل البلورة.
  - عيوب شوتكي: تحتوي على مجموعتين متقاربتين.
  - عيوب فرنكل: عبارة عن ذرة مؤلفة من فجوة ناشئة عن نوع من الذرات وحشوة من نفس النوع.
٦ درجات

انتهت إجابة السؤال الرابع

- إجابة السؤال الخامس: (١٥ درجات)

صياغة: إثبات أن قانون براغ يتفق مع معادلات لاوي في فراغ الشبكة العكسية
يتم ذلك من خلال شرح معادلات لاوي بشكل هندسي في فراغ الشبكة العكسية،
ومن ثم رسم الشكل الهندسي للشبكة العكسية ثنائية البعد

(٤ درجات)

من الشكل الهندسي نجد:

$$d_{hkl} = \frac{2\pi}{|G_{hkl}|} \quad , \quad (1)$$

$$|G_{hkl}| = 2\frac{2\pi}{\lambda}\sin\theta \quad \text{أي} \quad (1) \text{ بالتعويض في}$$

$$|G_{hkl}| = \frac{2\pi}{d_{hkl}} = 2\frac{2\pi}{\lambda}\sin\theta \quad \text{بالتعويض في} \quad d_{hkl} \text{ عن } |G_{hkl}|$$

$$\lambda = 2d\sin\theta \quad \text{بالتعويض في (1) نجد}$$

وهي المعادلة براغ

6 درجات

#

معدل ٢

السؤال الثاني (25 درجة)

يتكون طالبين، يمثل الطلب الأول 15 درجة، الطلب الثاني 10 درجات

الطلب الأول: يمثل بعض حدود منطقة بريلوان الأولى، حيث الشبكة البلورية للكاربيد البسيط sc

(3 درجات) - الخلية الأولية للشبكة البلورية sc هي:

$$\vec{a} = a\vec{e}_x \;,\quad \vec{b} = b\vec{e}_y \;,\quad \vec{c} = c\vec{e}_z \;,\quad (a=b=c)$$

(3 درجات) - حجم الخلية الأولية يكون:

$$\Omega = |a\cdot(b\wedge c)| = a^3$$

- الأشعة الأولية للشبكة المقابلة هي:

(3 درجات)

$$\vec{G}_1 = \frac{2\pi}{a}\vec{e}_x \;,\quad \vec{G}_2 = \frac{2\pi}{a}\vec{e}_y \;,\quad \vec{G}_3 = \frac{2\pi}{a}\vec{e}_z$$

(2 درجات) - حدود منطقة بريلوان الأولى هي:

$$\pm\frac{1}{2}\vec{G}_1 = \pm\frac{\pi}{a}\vec{e}_x \;,\quad \pm\frac{1}{2}\vec{G}_2 = \pm\frac{\pi}{a}\vec{e}_y \;,\quad \pm\vec{G}_3 = \pm\frac{\pi}{a}\vec{e}_z \;,$$

(2 درجات) - حجم منطقة بريلوان الأولى يكون:

$$\Omega' = \left(\frac{2\pi}{a}\right)^3$$

الطلب الثاني: حساب المسافة للمستويات البلورية

أولاً: بالنسبة للمستوى البلوري (100) تكون المسافة:

$$d_{100} = \frac{2\pi}{|G_{100}|} = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{a}} = a$$ (5 درجات)

ثانياً: بالنسبة للمستوى البلوري (111) تكون المسافة:

$$d_{111} = \frac{2\pi}{|G_{111}|} = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{a}\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$ (5 درجات)

انتهت الإجابة على السؤال الثاني

ومنه بإن علاقة السعة الحرارية (2) تأخذ الشكل التالي :

$$C_v = 3R\left(\frac{\theta_E}{T}\right)^2 \frac{1}{\left(1+\frac{\theta_E}{T}-1\right)^2} = 3R \qquad (3)$$

(6 درجات) ▲

ب- من أجل $T \ll \theta_E$ يكون $e^{\frac{\theta_E}{T}} \gg 1$

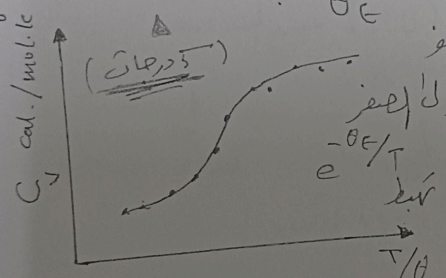
وعندها تأخذ علاقة السعة الحرارية (2) الشكل التالي :

$$C_v = 3R\left(\frac{\theta_E}{T}\right)^2 e^{-\frac{\theta_E}{T}} \qquad (4)$$

(6 درجات) ▲

4- يعطى 18 درجات / للتفسير والمناقشة لعلاقات السعة الحرارية C_v

- من خلال الرسم البياني لتحولات C_v بدلالة $\frac{T}{\theta_E}$ نجد :



عند تناقص درجة الحرارة واقترابها من الصفر فإن السعة الحرارية C_v تتناقص وتؤول إلى الصفر لأن الحد الرئيسي في العلاقة (4) والمتمثل بـ $e^{-\theta_E/T}$ هو الذي يحدد سلوك السعة الحرارية، فعندما تبدأ درجة الحرارة T دون الحد $0.2\theta_E$ فإن C_v تبدأ بالتناقص كما في الشكل البياني

- يعطى (3 درجات) للتشابه أو للمخالفة وهي :

في هذا المجال المذكور يلاحظ ابتعاد نظرية أينشتاين عن نتائج التجربة التي تشير إلى أن السعة الحرارية تتناقص نحو الصفر بصورة أبطأ مما تتنبأ به نظرية أينشتاين، هذا التباعد بين النظرية السابقة والتجربة قد صحح من قبل "ديباي"

#

مرفق 1

سلم تصحيح أسئلة إمتحان مقرر الفصل الأول لمادة الفيزياء الكم لطلبة السنة الثالثة فيزياء - الفصل الدراسي الأول 2024-2025

إجابة السؤال الأول : (ap/35) درجة مالياي :

1- نعطي / 5 درجات / لإستنتاج عبارة المتوسط لطيف الطاقة الداخلية للمحلة البلورية والمتمثلة بالعلاقة التوضيحية والتي تكتب بالشكل :

$$\langle U \rangle = \frac{3N_0 \hbar\omega}{e^{\frac{\hbar\omega}{kT}} - 1} \quad (1)$$

(5 درجات)

2- نعطي / 10 درجات / لإستنتاج عبارة السعة الحرارية C_v للمحلة البلورية بدلالة T ، θ_E وذلك من إستنتاج عبارة $\langle U \rangle$ بالنسبة لـ T والتي تكتب بالشكل :

$$C_v = 3R\left(\frac{\theta_E}{T}\right)^2 \frac{e^{\theta_E/T}}{\left(e^{\theta_E/T} - 1\right)^2} \quad (2)$$

(10 درجات)

3- نعطي للباقة سلوك السعة الحرارية C_v عند درجات الحرارة المنخفضة والمرتفعة (ap/12 درجة)

4- من أجل $T \gg \theta_E$ عندها $\frac{\theta_E}{T} \ll 1$ ، وبالتالي يمكن نشر $e^{\theta_E/T}$ في المعادلة (2) كما يلي :

$$e^{\theta_E/T} \approx 1 + \frac{\theta_E}{T}$$